

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-52918

(43) 公開日 平成5年(1993)3月2日

| (51) Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|---------|-----|--------|
| G 0 1 R 33/06             | Z    | 8203-2G |     |        |
| G 0 1 B 7/00              | J    | 7355-2F |     |        |
| H 0 1 L 43/08             | S    | 7342-4M |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数5(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-213425

(22) 出願日 平成3年(1991)8月26日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 伊藤 明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号セイコー

エプソン株式会社内

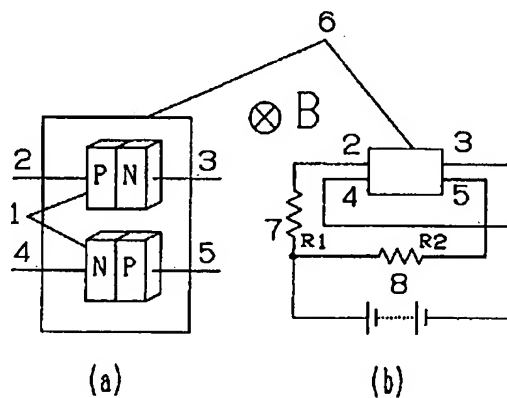
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 磁気センサー及び2次元磁気センサー及び3次元磁気センサー及び磁気測定装置及び磁気測定半導体装置

(57) 【要約】

【目的】 磁気センサーにおいて、磁界の強さを周波数に変換し、かつ指向性を有する磁電変換半導体パルスセンサーの指向特性を改善すること、2次元・3次元磁界の計測を可能にすること、検出回路の簡素化をすること、センサーの精度を向上することを目的とする。

【構成】 磁気センサーにおいて、磁電変換パルスセンサーを2つ対向するように組み合わせること、該磁気センサーを2組あるいは3組を組み合わせることで2次元磁気センサー、3次元磁気センサーを構成すること、磁気測定装置において、センサー部・周波数検出部・磁気計算部によって構成すること、磁気測定半導体装置において、検出回路等を同一半導体基板上に形成することを特徴とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気を測定する磁気センサーにおいて、磁界の強さを周波数に変換し指向性を有する磁電変換半導体パルスセンサーを2つ指向性が逆向きになるように配置したことを特徴とする磁気センサー。

【請求項2】 2次元磁界を測定する2次元磁気センサーにおいて、前述の磁電変換半導体パルスセンサーを有することを特徴とする2次元磁気センサー。

【請求項3】 3次元磁界を測定する磁気センサーにおいて、前述の磁電変換半導体パルスセンサーあるいは請求項1記載の磁気センサーあるいは請求項2記載の磁気センサーを少なくとも1つ以上有することを特徴する3次元磁気センサー。

【請求項4】 磁界の方向・強さを測定する磁気測定装置において、請求項1または2または3記載の磁気センサーを少なくとも1つ以上有するセンサー部、該センサー部からの信号から周波数を検出する周波数検出部、該周波数検出部で求められた周波数から磁界の方向・強さを計算する磁気計算部を有することを特徴とした磁気測定装置。

【請求項5】 磁界の方向・強さを測定する磁気測定半導体装置において、磁界の強さを周波数に変換しかつ指向性を有する磁電変換半導体パルスセンサーが少なくとも2つ以上同一半導体基板上に形成されている、あるいは該磁電変換半導体パルスセンサーが少なくとも1つ以上で構成されるセンサー部、および該センサー部からの信号から周波数を検出する周波数検出部、該周波数検出部で求められた周波数から磁界の方向・強さを計算する磁気計算部の内少なくとも1つ以上が同一半導体基板上に形成されていることを特徴とする磁気測定半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁界の強さを周波数に変換する半導体センサーを用いて磁界を測定する磁気センサー、2次元磁気センサー、3次元磁気センサー及び磁界の方向・強さを測定する磁気測定装置、磁気測定半導体装置の構成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の磁気センサーは、ホール素子を用いたもので磁気を電圧に変換して微少な信号を増幅して用いられていた。

【0003】又、磁電変換半導体パルスセンサーを用いた場合、単体で用いられた。

【0004】さらに、2次元磁気センサー・3次元磁気センサー・磁気測定装置・磁気測定半導体装置の場合もホール素子が用いられていて出力を増幅していた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述の従来技術では、磁気センサーにホール素子を用いた場合、磁気

2

センサーからの出力が小さいためノイズの影響が大きいという問題、出力電圧を増幅しなければ利用できないため回路が複雑という問題、磁気センサーにかけられる電圧が小さいという問題があった。磁気センサーに磁電変換半導体パルスセンサーを用いた場合は、図1(a)のように回路を作ると、磁電変換パルスセンサー1の出力は図1(b)のようになる。ここで、磁束密度Bが紙面の表から裏の方向を正とする。又、出力は抵抗Rの両端で観測する。図1(b)からわかるように、正方向の磁界に対しては出力が表れるが、負方向の場合には出力周波数が0であるため、一方向しか測定できないという問題があった。

【0006】又、磁気測定装置・磁気測定半導体装置においては、検出回路が複雑であるという問題、アナログ・デジタル(A/D)コンバータが必要でありコストが高くなるという問題を有していた。

【0007】そこで、本発明の磁気センサー・2次元磁気センサー・3次元磁気センサーは、前述の問題を解決し、ノイズに強く磁気の測定が向きに依存しないで測定できること、又、本発明の磁気測定装置・磁気測定半導体装置は、検出回路の簡単化及びコストダウン及び装置の小型化を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

(1)本発明の磁気センサーは、磁界の強さを周波数に変換し指向性を有する磁電変換半導体パルスセンサーを2つ指向性が逆向きになるように配置したことを特徴とする。

【0009】(2)本発明の2次元を測定する2次元磁気センサーは、前述磁電変換半導体パルスセンサーを有することを特徴とする。

【0010】(3)本発明の3次元磁気センサーは、前記磁電変換半導体パルスセンサーあるいは前述磁気センサーあるいは前述2次元磁気センサーを少なくとも1つ以上有することを特徴とする。

【0011】(4)本発明の磁気測定装置は、前記(1)から(3)の磁気センサーを少なくとも1つ以上有するセンサー部、該センサー部からの信号から周波数を検出する周波数検出部、該周波数検出部で求められた周波数から磁界の方向・強さを計算する磁気計算部を有することを特徴とする。

【0012】(5)本発明の磁気測定半導体装置は、磁界の強さを周波数に変換しかつ指向性を有する磁電変換半導体パルスセンサーが少なくとも2つ以上同一半導体基板上に形成されている、あるいは該磁電変換半導体パルスセンサーが少なくとも1つ以上で構成されるセンサー部、および該センサー部からの信号から周波数を検出する周波数検出部、該周波数検出部で求められた周波数から磁界の方向・強さを計算する磁気計算部の内少なくとも1つ以上が同一半導体基板上に形成されていること

を特徴とする。

【0013】

【実施例】図2(a)は請求項1記載の磁気センサーの構成を示す一実施例の図、図2(b)は磁気センサーに回路を接続した一実施例の図で、1が図1に代表されるような磁気を周波数に変換し指向性のある磁電変換パルスセンサー、2から5はそれぞれ取り出し線A、取り出し線B、取り出し線C、取り出し線D、6は磁気センサー、7・8は抵抗R1、R2である。図2(b)のように電圧をかけ、図2(a)のように磁束密度Bがかかっている(紙面の表から裏の方向に磁界がある)場合、R1の両端には電圧が発生しその周波数は磁束密度Bによって決まる。又、R2の両端にはこの場合電圧が発生せず周波数も0である。しかし、磁束密度Bが図2(a)と逆向き、つまり紙面の裏から表の方向にあるとき、R1の両端には電圧が発生せず、この時R2に電圧が発生し周波数が磁束密度Bによって決まる。以上のことから、R1に周波数変化が発生すると正方向(正方向は紙面の表から裏の方向への磁界で、図2(a)に示す磁束密度Bの向き)の磁界、R2に周波数が発生する場合は負方向の磁界であることがわかり、それぞれ周波数によって磁界の強さは決められ、従って磁界の向き・強さを調べる磁気センサーとなる。

【0014】図3(a)は、請求項2記載の2次元磁気センサーの一実施例で、図3(a)中のそれぞれの磁気センサー6は、各々の中に書かれている矢印の向きを正として動作する前述請求項1記載の磁気センサーであり、図2(a)のような構成をしている。2つの磁気センサーは直交しているため、図3(b)のような磁束密度Bを観測する場合、図3(a)の構成で図3(a)中の上側の磁気センサーによってByが下側の磁気センサーによってBxがそれぞれ検出される。

【0015】そして、Bは

$$B \times B = B_x \times B_x + B_y \times B_y$$

$$\tan \theta = B_x / B_y$$

より求めることができる。

【0016】図4は、請求項3記載の3次元磁気センサーの概略を示す一実施例の図で、磁束密度Bを観測する時X・Y・Z軸にそれぞれ矢印の向きの特性の請求項1記載の磁気センサーを配置すると、それぞれの磁気センサーは磁束密度Bの成分である(Bx・By・Bz)を観測する。従って、この観測値から

$$B \times B = B_x \times B_x + B_y \times B_y + B_z \times B_z$$

$$\cos \phi = B_z / B$$

$$\tan \theta = B_x / B_y$$

となるため、この式から計算される。

【0017】図5は、図4をさらに具体的にした3次元磁気センサーの一実施例の図で、10は半導体基板、11から13はそれぞれX方向磁気センサー、Y方向磁気センサー、Z方向磁気センサーである。それぞれの磁気

センサーは、図4で示した原理によってBx・By・Bzを観測でき、計算によって磁界を求められる。

【0018】図6は、請求項4記載の磁気測定装置の基本的ブロック図で、21が磁電変換パルスセンサーを用いているセンサー部、22が周波数検出部、23が求められたデータから磁場を計算する磁気計算部、24はセンサー部からの電圧信号、25は周波数信号である。センサー部で磁束密度によって決まった周波数で振幅する電圧信号を、周波数検出部でカウントすることによって周波数を検出し、該周波数をもとに計算することで磁界を測定できる。

【0019】図7は、請求項4記載の磁気測定装置の一実施例の図で、31がアナログスイッチ、32がカウンタ、33がCPU、34がアナログスイッチ切り換え信号、35はカウントスタート・リセット信号、36はセレクトデータ信号、37はカウントデータ信号、38はアンサー信号である。アナログスイッチ31をCPU33から制御して、1本の信号を時間Tsだけカウンタ32に送信する。カウンタ32はセレクト信号36をカウントする。そして、Ts時間内のカウント数がカウントデータ信号として出力され、Tsとカウント信号のカウント数Nによって周波数fはf=N/TsとしてCPU33で求められる。そして、求められた周波数によって磁束密度Bが決定できる。以上の結果をアンサー信号38に出力する。

【0020】図8は、請求項5記載の磁気測定半導体装置の全体的ブロック図である。41は半導体基板である。センサー部21、周波数検出部22、磁気計算部23を1つの半導体基板上に形成した実施例である。

【0021】図9は、図8のセンサー部の具体的な一実施例の図で半導体基板の断面図である。51は半導体基板(ウェハー)、52は取り出し配線である。

【0022】又、図5の実施例のように、同一基板上に3次元磁気センサーを構成する実施例、図7の実施例の1つの半導体基板上に形成する実施例がある。

【0023】

【発明の効果】以上述べたように発明すれば、磁気センサーの場合特性に指向性があるが、2つを組み合わせることで指向性を無くすることができ、磁界の向きと強さが測定できるようになり、2次元・3次元磁気センサーの場合、直角に構成することで2次元の磁気の強さ・向き、3次元の磁気の強さ・向きを測定できるという効果がある。

【0024】又、磁気測定装置に磁電変換半導体パルスセンサーを用いる場合、ホール素子を用いた場合のように、信号を増幅したりアナログデジタル変換する必要がなくなり、カウンタを用いることで磁束密度が測定できるようになり、さらに磁気測定半導体装置にすることで省スペース・低コスト・高精度測定装置の作成ができるという効果がある。

5

【0025】そして、パルス信号がそのままカウンターの入力として用いることが可能なため、ノイズに対して非常に強くなるという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】磁電変換素子の使用例と出力特性の図。

【図2】本発明の磁気センサーの一実施例の図。

【図3】本発明の2次元磁気センサーの一実施例の図。

【図4】本発明の3次元磁気センサーの一実施例の図。

【図5】本発明の3次元磁気センサーの一実施例の図。

【図6】本発明の磁気測定装置の一実施例の図。

【図7】本発明の磁気測定装置の一実施例の図。

【図8】本発明の磁気測定半導体装置の一実施例の図。

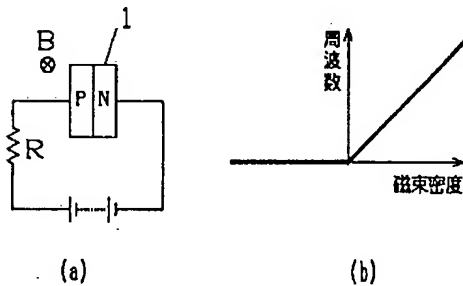
【図9】本発明の磁気測定半導体装置の一実施例の図。

【符号の説明】

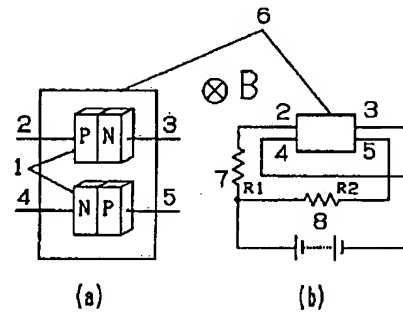
- 1 磁電変換パルスセンサー
- 2 取り出し線A
- 3 取り出し線B
- 4 取り出し線C
- 5 取り出し線D
- 6 磁気センサー

- 7 抵抗R1
- 8 抵抗R2
- 10, 41, 51 半導体基板
- 11 X方向磁気センサー
- 12 Y方向磁気センサー
- 13 Z方向磁気センサー
- 21 センサー部
- 22 周波数検出部
- 23 磁気計算部
- 24 電圧信号
- 25 周波数信号
- 31 アナログスイッチ
- 32 カウンター
- 33 CPU
- 34 アナログスイッチ切り換え信号
- 35 カウントスタート・リセット信号
- 36 セレクトデータ信号
- 37 カウントデータ信号
- 38 アンサー信号
- 20 52 取り出し配線

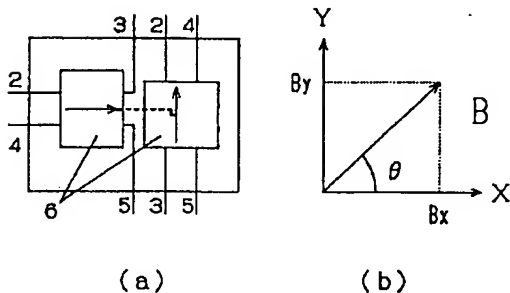
【図1】



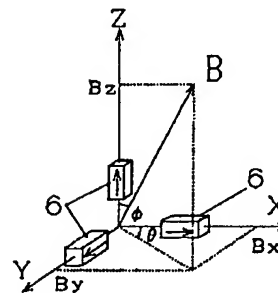
【図2】



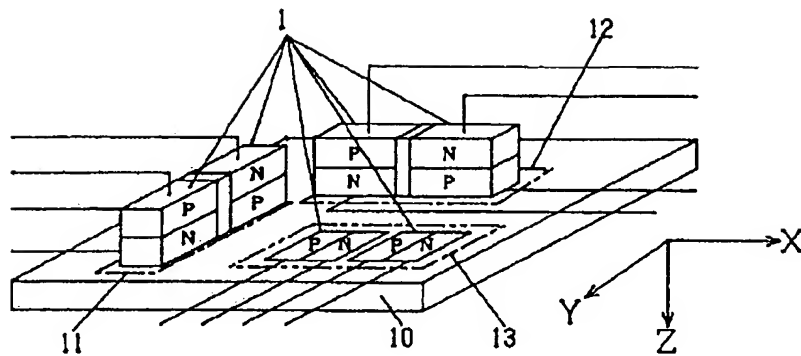
【図3】



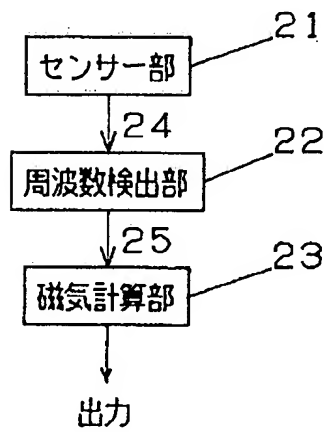
【図4】



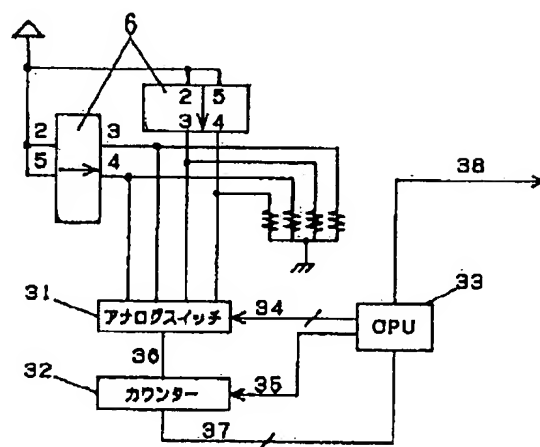
【図5】



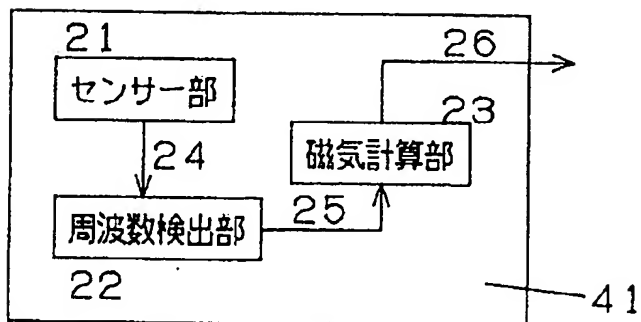
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

